

**PENGEMBANGAN MODUL MATAKULIAH MIKROBIOLOGI MELALUI  
BIODEGRADASI MEMANFAATKAN POTENSI BAKTERI INDIGEN  
DEVELOPING MODUL OF MICROBIOLOGY SUBJECT THROUGH  
BIODEGRADATION BY USING THE POTENCIAL OF INDIGEN BACTERIA**

**Hasminar Rachman Fidiastuti<sup>1)</sup>, Kardiana Metha Rozhana<sup>1)</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Tribhuwana Tungadewi  
Jalan Telaga Warna, Malang 65144  
e-mail: indo.hasminar@gmail.com

**ABSTRAK**

*Mahasiswa dalam mempelajari sains, perlu memperhatikan hakikat sains. Hakikat Sains dipelajari mahasiswa dengan tujuan untuk mengembangkan kemampuan berpikir (mind on), keterampilan (hands on) serta sikap ilmiah (heart on). Kajian Mikrobiologi di prodi TIP, Universitas Tibhuwana Tungadewi adalah tentang mikroorganisme. Peneliti melakukan penelitian terkait upaya rehabilitasi lingkungan dengan memanfaatkan potensi bakteri indigen sebagai agen dalam proses biodegradasi. Hasil penelitian digunakan sebagai acuan dalam penyusunan modul. Melalui modul yang dibuat berdasarkan hasil penelitian, diharapkan mahasiswa dapat mengembangkan 1) kemampuan berpikir bahwa mikroorganisme dapat menjadi agen dalam proses rehabilitasi pencemaran lingkungan dan dapat diisolasi dari limbah, mengembangkan 2) keterampilan melalui praktikum biodegradasi sederhana, serta mengembangkan 3) sikap ilmiahnya melalui penanaman konsep yang telah dipelajari, dalam memberikan solusi praktis terhadap problematika pencemaran lingkungan. Modul bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan keefektifan pembelajaran di kelas baik waktu, dana, fasilitas maupun tenaga untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Penerapan pembelajaran Mikrobiologi yang mengacu pada perpaduan modul dan keterampilan proses sains melalui pelaksanaan kegiatan praktikum, diharapkan menjadi alternatif dalam menciptakan pembelajaran Mikrobiologi yang mengacu pada aspek proses, produk dan sikap ilmiah. Hasilnya adalah telah dilakukan 3 tahap penyusunan bahan ajar berupa modul Mikrobiologi yang mengacu pada model penelitian dan pengembangan 4-D (Thiagarajan, et all), meliputi tahap pendefinisian, perancangan, dan pengembangan. Hasil pada tahap pendefinisian dilakukan analisis karakteristik siswa, analisis tugas, analisis konsep dan analisis tujuan pembelajaran. Pada tahap perancangan dilakukan desain dan penyusunan bahan ajar, dilanjutkan dengan tahap pengembangan, yaitu pengukuran kelayakan terhadap modul yang telah disusun. Hasil yang didapatkan terhadap pengukuran kelayakan modul adalah tingkat pencapaian 85% oleh ahli pengembangan bahan ajar, tingkat pencapaian 87% oleh ahli materi dan tingkat pencapaian 84% oleh praktisi. Sedangkan hasil rata-rata angket keterbacaan oleh mahasiswa adalah sebesar 86,55%. Hasil validasi ini menjadi rujukan untuk perbaikan modul.*

**Kata kunci:** Biodegradasi in vitro, Bahan ajar, Bakteri Indigen

**ABSTRACT**

*Students in the study of science, need to pay attention to the nature of science. Science studied to develop the ability to think (minds on), skills (hands on) as well as the scientific attitude (heart on). Study Microbiology in Prodi TIP, University Tibhuwana Tungadewi is about microorganisms. The writers conducted research related to environmental remediation efforts to harness the potential of bacteria indigen as an agent in the process of biodegradation. Research results are used as a reference in the preparation of the module. Through modules made based on the results of research, students are expected to develop 1) the ability to think that microorganisms can become agents in the process of rehabilitation of environmental pollution and can be isolated from the waste, develop 2) skills through practical biodegradation, and develop 3) attitudes scientific through concept which have been studied, in providing practical solutions to the problems of environmental pollution. The module aims to improve the efficiency and effectiveness of learning in the classroom either time, funds, facilities or personnel to obtain maximum results. Application of Microbiology learning which refers to the fusion module and science process skills through implementation of practical activities, is expected to be an alternative to creating a learning Microbiology which refers to aspects of the process, product and scientific attitude. The result is already done three stage preparation of teaching materials in the form of Microbiology module which refers to the model of research and development model of the 4-D (Thiagarajan, et al), includes define, design, and development. Results at the stage of defining the characteristics of students' analysis, task analysis, analysis of the concept and analysis of learning objectives. At the design stage to do the design and*

*materials development, followed by the development phase, ie measurement of the feasibility of the modules have been prepared. Results obtained to measure the feasibility of the module is the achievement level of 85% by the expert development of teaching materials, 87% by material experts and 84% by the practitioner. The average yield of legibility student questionnaire amounted to 86.55%. The results of this validation consulted in order to repair the module.*

**Keywords:** Biodegradation in vitro, tanning pollutants, indigen bacteri

Konsep akan keberadaan mikroorganismen telah mahasiswa Universitas Tribhuwana Tungadewi peroleh melalui kegiatan perkuliahan pada mata kuliah Mikrobiologi, akan tetapi dibutuhkan bahan ajar yang dapat mengarahkan mahasiswa tidak hanya pada perolehan konsep, tetapi juga pengembangan kemampuan berpikir, keterampilan dalam proses sains melalui kegiatan praktikum serta suatu kegiatan yang dapat mengasah sikap ilmiah mahasiswa, yaitu melalui bahan ajar yang didasarkan atas hasil penelitian.

Pembelajaran yang didasarkan pada hasil penelitian dan pelaksanaan kegiatan praktikum diharapkan dapat mewujudkan terlaksananya pembelajaran yang kontekstual dan menanamkan hakikat sains sebagai suatu bagian yang tidak terpisahkan dalam mempelajari matakuliah mikrobiologi kepada mahasiswa.

Bahan ajar yang akan dikembangkan adalah berupa modul. Modul dikembangkan atas dasar metodologi dan hasil penelitian. Modul merupakan suatu paket pembelajaran yang memuat unit konsep dari bahan pelajaran yang memungkinkan siswa dapat menguasainya secara mandiri (Amri, 2010). Modul bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan keefektifan pembelajaran di sekolah baik waktu, dana, fasilitas maupun tenaga untuk mendapatkan hasil yang maksimal (Mulyasa, 2003). Penerapan pembelajaran berbasis pencemaran lingkungan yang mengacu pada perpaduan modul dan keterampilan proses sains melalui pelaksanaan kegiatan praktikum, diharapkan menjadi alternatif dalam menciptakan pembelajaran Mikrobiologi yang mengacu pada aspek proses, produk dan sikap ilmiah.

Penelitian berupa proses biodegradasi sebagai solusi perairan

tercemar, memiliki keunggulan yaitu prosesnya yang bersifat ekonomis dan efektif, keberadaan mikroorganismen sebagai agen utama biodegradasi telah tersedia di alam, sehingga toksisitas pada perairan dapat dikurangi melalui proses biodegradasi (Tong Yu *et al.*, Tanpa tahun). Sampel limbah dapat diperoleh mahasiswa dengan mudah dari lingkungan sekitar. Salah satu lokasi di kota Malang yang menghasilkan limbah dan merusak ekosistem adalah sungai *Badeg* yang berlokasi di Jalan Kolonel Sugiono Gang 8. Sungai *Badeg* dialiri oleh limbah cair dari 2 pabrik besar pengolahan kulit yaitu PT Usaha Loka dan PT Kasin di Jalan Susanto.

Pengambilan sampel penelitian yang dilakukan oleh peneliti menunjukkan bahwa air yang mengalir di sungai tersebut memiliki hasil perbandingan kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), DO (*Dissolved Oxygen*), dan lemak (tampak pada Tabel 1) yang berada di atas batas yang telah ditentukan dalam baku mutu air Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 untuk kondisi perairan kelas II, yaitu sebagai air sungai, sehingga sangat tepat jika dilakukan biodegradasi untuk memperbaiki kondisi perairan.

**Tabel 1. Perbandingan Parameter Kimia Organik dan Anorganik Air Sungai *Badeg* dengan Kriteria Mutu Air Kelas II**

Parameter	Satuan	Sungai <i>Badeg</i>	Mutu Air Kelas II
<b>Fisika</b>			
TSS	Ppm	400	50
<b>Kimia Anorganik</b>			
BOD	mg/L	331	3
COD	mg/L	544	25
DO	mg/L	3.577	4
<b>Kimia</b>			

<b>Organik</b>			
Lemak & Minyak	mg/L	280	1

Sumber: Hasil analisis sampel air sungai *Badeg* di Laboratorium Kimia Universitas Muhammadiyah Malang dan Lampiran Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Kriteria Mutu Air berdasarkan Kelas

Salah satu teknologi pengolahan air limbah yang aman dan berwawasan lingkungan adalah menggunakan bakteri yang berpotensi sebagai pengurai. Secara alamiah untuk memperoleh bakteri yang berpotensi sebagai pengurai dapat dilakukan dengan mengisolasi limbah itu sendiri (bakteri indigen), kemudian dikultur secara murni di dalam laboratorium secara *in vitro*. Pemanfaatan konsorsia bakteri yang berpotensi akan diperbanyak di laboratorium untuk selanjutnya dipakai sebagai starter dalam pengolahan limbah.

Kegiatan penelitian bakteri lipolitik indigen pada sampel air sungai *Badeg* diharapkan dapat memberi manfaat bagi dunia pendidikan. Berdasarkan uraian di atas, penelitian dilakukan dalam rangka memberikan alternatif pengayaan bahan ajar pada matakuliah Mikrobiologi di Jurusan Teknologi Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Tribhuwana Tunggaladewi.

## **METODE PENELITIAN**

### **Subjek Penelitian**

Lokasi penelitian bertempat di Universitas Tribhuwana Tunggaladewi, dengan objek penelitian yaitu validator ahli materi, validator ahli pengembangan bahan ajar, praktisi di Universitas Tribhuwana Tunggaladewi, serta 12 orang mahasiswa program studi Teknologi Industri Pertanian. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan April-Juni 2016.

### **Metode dan Desain Penelitian**

Penelitian ini termasuk penelitian dan pengembangan bahan ajar yang diadaptasi dari model penelitian & pengembangan

pendidikan Thiagarajan. Alasan pemilihan model pengembangan dan penelitian pendidikan Thiagarajan adalah karena metode ini dapat menjabarkan sebuah strategi pengembangan produk pendidikan. Seringkali produk pengembangan berburai dengan studi penelitian dasar dan aplikasinya, sehingga tujuan utamanya adalah untuk menemukan pengetahuan yang baru. Melalui model pengembangan ini penelitian pendidikan akan dapat dikemas dalam sebuah produk sehingga dapat digunakan di kampus. Model pengembangan ini sekaligus dapat menjembatani penelitian pendidikan dan penerapannya di instansi pendidikan.

### **Teknik Pengumpulan Data**

Metode penelitian & pengembangan pendidikan dengan 4D models dikemukakan oleh Thiagarajan, terdiri atas 4 tahap yaitu:

#### 1. Tahap pendefinisian (*define*)

Tujuan tahap ini adalah untuk menentukan dan mendefinisikan syarat-syarat pembelajaran. Tahap ini dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif. Pada tahap ini dilakukan analisis tujuan dalam batasan materi pokok bakteri.

##### a. Analisis Ujung Depan

Analisis ini bertujuan untuk memunculkan masalah dasar yang dibutuhkan dalam pengembangan bahan ajar. Pada tahap ini dilakukan survei dan observasi meliputi wawancara terhadap dosen matakuliah Mikrobiologi.

##### b. Analisis Mahasiswa

Analisis dilakukan dengan memperhatikan ciri, kemampuan dan pengalaman siswa, baik sebagai kelompok maupun individu. Analisis meliputi latar belakang kemampuan siswa, motivasi siswa terhadap mata kuliah, kemampuan perkembangan kognitif siswa.

##### c. Analisis Tugas

Analisis tugas mencakup analisis tugas-tugas yang diberikan selama

perkuliahan dan tugas yang terdapat dalam bahan ajar yang digunakan.

d. Analisis Konsep

Analisis konsep merupakan identifikasi konsep-konsep utama yang akan diajarkan dan menyusunnya secara sistematis.

e. Perumusan Indikator

Perumusan indikator bertujuan untuk merumuskan indikator hasil belajar yang terdapat dalam kurikulum dan beberapa indikator hasil belajar tambahan yang relevan dengan materi pokok yang diajarkan.

2. Tahap perencanaan (*design*)

Pelaksanaan tahap ini bertujuan untuk merancang modul dengan tahapan

a. Pemilihan format modul, dilakukan dengan tujuan untuk merancang fisik modul agar tampak menarik, dengan melakukan desain terhadap sampul depan modul dan sampul belakang modul. Modul juga dilengkapi dengan petunjuk penggunaan modul bagi mahasiswa dan petunjuk penggunaan modul bagi dosen.

b. Penjabaran struktur modul, dilakukan dengan tujuan untuk merancang materi dalam modul dan penyesuaian terhadap indikator pencapaian, rangkuman dan jenis evaluasi yang dilakukan

3. Tahap pengembangan (*develop*)

Tahap ini dilakukan pengukuran terhadap kelayakan modul. Modul akan divalidasi kelayakan oleh ahli pengembangan bahan ajar (dosen pendidikan), ahli materi (dosen Biologi) dan praktisi (dosen Mikrobiologi). Aspek keefektifan modul akan dinilai melalui angket keterbacaan (mahasiswa mata kuliah Mikrobiologi). Angket keterbacaan ini sekaligus menjadi uji coba terbatas dari aspek keefektifan modul. Uji coba kelompok kecil diberikan kepada 10-20 orang siswa yang dapat mewakili populasi target (Sadiman, 2012).

4. Tahap penyebaran (*disseminate*)

Tahap ini tidak dilakukan karena keterbatasan waktu dan biaya penelitian.

**1. Analisis dan Interpretasi Data**

Tehnik analisis data yang digunakan dalam menganalisis data kuantitatif berupa skor angket penilaian adalah dengan menghitung persentase jawaban. Adapun rumus yang digunakan untuk analisis data adalah sebagai berikut.

$$P = \frac{\sum x}{\sum xi} \times 100\%$$

Sumber: Arikunto, (1997:247)

Keterangan:

P = Persentase

$\sum x$  = Jumlah jawaban responden dalam 1 item

$\sum xi$  = Jumlah skor ideal dalam item

100% = Konstanta

Kriteria kevalidan data kuantitatif dapat ditinjau dengan memperhatikan persentase kriteria pada Tabel 2 sebagai berikut.

**Tabel 2. Tabel Kriteria Kevalidan Data Angket Penilaian Validator**

SkalaNilai (%)	Keterangan
85.94 – 100	Valid (Tidak Revisi)
67.18 – 85.93	Cukup Valid (Tidak Revisi)
48.44 – 67.17	Kurang Valid (Revisi)
25 – 48.43	Tidak Valid (Revisi)

Sumber: Suryabrata, 1983 dalam Zainul, A. 2008

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Paparan data yang dihasilkan dari ketiga tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut

1. Tahap Pendefinisian (*Define*)

a. Analisis Mahasiswa

Jumlah mahasiswa pada kelas Mikrobiologi pertama adalah 60 mahasiswa dan pada kelas kedua sebanyak 50 mahasiswa. Keaktifan mahasiswa menurut observasi dan hasil wawancara dengan dosen matakuliah adalah sebesar 80%. Kegiatan perkuliahan berupa ceramah, diskusi dan

praktikum. Setiap akhir perkuliahan diadakan post-test. Setelah pertemuan kedua dilaksanakan, nilai post-test terendah adalah 60.

b. Analisis Tugas

Pada akhir perkuliahan mahasiswa ditugaskan membuat artikel secara mandiri. Bahan ajar yang digunakan sudah memuat tugas-tugas, namun tidak dikerjakan.

c. Analisis Konsep

Penerimaan konsep pengetahuan dapat diketahui dari hasil post-test yang dilakukan di akhir perkuliahan. Selain itu, terdapat 4 materi praktikum yang dapat mengakomodir keterampilan siswa dalam bekerja di laboratorium, namun belum ada materi praktikum terkait isolasi mikroba dari lingkungan, sehingga dengan adanya penelitian pengembangan ini dapat mengakomodir kebutuhan belajar mahasiswa dalam praktikum materi mikrobiologi lingkungan.

d. Analisis Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran yang dibuat oleh dosen sangat terperinci dan telah dapat mengakomodir capaian pembelajaran dalam mata kuliah Mikrobiologi.

2. Tahap Perancangan (*Design*)

a. Penentuan format modul

Penentuan format modul mengacu pada karakteristik dalam petunjuk teknis penyusunan modul (Depdiknas, 2008), diantaranya *self instruction*, *self contained*, *stand alone*, adaptif dan *user friendly*.

b. Desain sampul depan modul

c. Dilengkapi dengan petunjuk penggunaan modul bagi dosen dan mahasiswa

d. Penjabaran struktur dan materi dalam modul disusun secara terperinci serta dilengkapi dengan evaluasi.

3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Pada tahap pengembangan dilakukan kelayakan modul oleh beberapa ahli, yaitu:

- a. Ahli pengembangan bahan ajar
- b. Ahli materi

c. Praktisi pendidikan, yaitu dosen pengampu matakuliah Mikrobiologi  
Hasil validasi modul Mikrobiologi terangkum dalam Tabel 3 sebagai berikut.

**Tabel 3. Ringkasan Hasil Validasi Modul Mikrobiologi**

<b>Bidang Keahlian</b>	<b>Hasil Validasi</b>	<b>Keterangan</b>
(materi Biologi)	85 %	Cukup Valid (Tidak Revisi)
(bahan ajar Pengembangan Modul)	87 %	Valid (Tidak Revisi)
(praktisi pendidikan) Dosen matakuliah Mikrobiologi	84 %	Cukup Valid (Tidak Revisi)

Hasil validasi adalah berupa data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif berupa skor dan penilaian bagian-bagian penyusun modul, sedangkan data kuantitatif merupakan saran dan komentar yang diberikan validator untuk pertimbangan revisi modul.

Uji keterbacaan modul dilakukan pada 12 orang mahasiswa jurusan Teknologi Industri Pertanian secara acak di Universitas Tribhuwana Tunggaladewi. Hasil pengisian angket dengan rerata penilaian keterbacaan sebesar 86.55% yang berarti cukup valid dan tidak perlu direvisi. Hasil uji keterbacaan disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Tabel Ringkasan Hasil Angket Keterbacaan Mahasiswa**

Deskriptor	No Mahasiswa											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Materi mudah dipahami & menggunakan bahasa yang lugas	5	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4
Dapat membangkitkan motivasi	4	3	4	5	4	4	5	3	3	3	4	5
Kegiatan modul mendorong mahasiswa dalam memahami materi	4	5	5	5	4	4	4	4	5	5	4	4
Kegiatan modul mendorong kemampuan berpikir mahasiswa	4	4	4	4	5	5	3	4	4	4	5	4
Kegiatan modul mendorong mengembangkan keterampilan proses sains	4	4	4	5	4	4	4	5	5	5	4	4
Kegiatan modul mendorong mahasiswa memiliki sikap ilmiah	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4
Ilustrasi sesuai dengan pesan yang ingin disampaikan	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5
Kalimat modul mudah dipahami	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5	4	4
Penggunaan font menarik & mudah dibaca	5	2	5	5	4	4	4	5	4	4	5	3
Penggunaan istilah yang konsisten	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5
Penggunaan lambang/symbol yang konsisten dan membantu memahami materi	4	4	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5
Lay out menarik	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5
Evaluasi membantu mahasiswa memahami materi	2	3	4	4	4	4	4	5	4	4	3	4
Glosarium membantu memahami materi	4	4	5	4	5	5	5	5	4	4	4	4
Menambah wawasan pengetahuan tentang upaya rehabilitasi lingkungan	4	4	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4
<b>Persentase (%)</b>	80	77.3	88	92	93.3	90.7	85.3	90.7	84	88	84	85.3
<b>Rerata Persentase (%)</b>	86.55											

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Hasil produk berupa modul mengalami revisi yang bertujuan untuk perbaikan modul, sehingga pemakaian modul menjadi lebih efisien, efektif dan komunikatif kepada pembaca, dengan tetap memperhatikan tujuan penyusunan modul. Penyusunan modul bertujuan untuk menyediakan bahan ajar yang dapat memfasilitasi mahasiswa dalam pencapaian standar kompetensi, berupa *hard skill* dan *soft skill*. Sedangkan tujuan yang lebih khusus, modul dapat mengembangkan

kemampuan berpikir mahasiswa, keterampilan proses sains dan sikap ilmiah.

Produk bahan ajar berupa modul memiliki beberapa keunggulan, diantaranya adalah disusun berdasarkan metodologi dan hasil penelitian; bersifat otentik dan kontekstual, karena obyek penelitian berada di lingkungan sekitar mahasiswa dan dapat dijangkau; serta dapat menyelesaikan permasalahan limbah yang ada dengan cara yang efektif. Kelemahan dari modul ini adalah berdasarkan hasil penelitian, bakteri indigen yang diisolasi sebatas pada bakteri pengurai lemak. Pada kenyataannya, sungai juga dialiri berbagai macam limbah yang kaya akan bahan organik lain, misalnya

protein atau senyawa anorganik seperti kromium yang memiliki toksisitas tinggi terhadap biota perairan, sehingga perlu dilakukan isolasi dan karakterisasi bakteri pengurai yang lain.

### **Saran**

Untuk penyempurnaan kegiatan penelitian pengembangan ini, perlu dilakukan tahapan keempat, yaitu tahap penyebaran (*disseminate*). Saran yang diajukan dalam bagian ini mengacu kepada tiga sisi, yaitu saran untuk keperluan pemanfaatan produk, saran untuk diseminasi produk kepada sasaran yang lebih luas dan saran untuk pengembangan lebih lanjut, dengan penjabaran sebagai berikut.

#### **a. Saran dalam Hal Pemanfaatan Produk**

Produk disusun untuk memenuhi kebutuhan dalam hal ketersediaan bahan ajar dan dapat dipergunakan dengan atau tanpa bimbingan dari dosen pengampu matakuliah. Produk disertai dengan formula starter yang dapat digunakan dalam kegiatan praktikum biodegradasi secara *pilot plan* dan uji hayati. Penerapan praktikum dapat menggunakan sampel air yang mengandung kadar lemak tinggi yang diperoleh mahasiswa dari lingkungan sekitarnya atau juga berupa limbah buangan rumah tangga.

#### **b. Saran untuk Diseminasi Produk untuk Sasaran yang Lebih Luas**

Diseminasi dapat dilakukan pada matakuliah yang mengkaji lingkungan, kerusakan dan perbaikan lingkungan. Diseminasi dapat dilakukan dengan melaporkan hasil uji coba produk pada seminar nasional atau internasional; pencetakan dan publikasi modul ke perguruan tinggi; penulisan artikel ilmiah yang bertujuan memperkenalkan modul dan hasil uji cobanya kepada civitas akademika; serta mencari matakuliah lain yang relevan dengan penerapan modul. Diseminasi modul juga dilengkapi dengan formula starter yang dijadikan sebagai bahan utama dalam pelaksanaan praktikum.

#### **c. Saran untuk Pengembangan Lebih Lanjut**

Modul dapat dikembangkan dalam bentuk elektronik, berupa *e-modul* sehingga dapat mengintegrasikan keterampilan teknologi dan komputerisasi pada pelaksanaannya. Selain itu, penelitian yang dijadikan dasar dalam pengembangan modul ini adalah mengkaji sebatas pada bakteri indigen lipolitik, sehingga dapat dilakukan penelitian serupa dengan mengisolasi bakteri pendegradasi bahan pencemar lain, misalnya bakteri dengan karakter proteolitik, zat warna dan kromium. Selain kaya akan lemak, limbah hasil pengolahan dan penyamakan kulit juga mengandung protein, zat warna dan kromium.

### **DAFTAR RUJUKAN**

- Amri, S.K. A. 2010. *Konstruksi Pengembangan Pembelajaran*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Depdiknas. 2008. Teknik Penyusunan Modul. [http://www.diknas.teknis\\_penyusunan\\_modul](http://www.diknas.teknis_penyusunan_modul), (Online). Diakses 12 Mei 2016.
- Depdiknas. 2010. *Juknis Pengembangan Bahan Ajar*. [http://www.diknas.juknis\\_pengembangan\\_bahan\\_ajar](http://www.diknas.juknis_pengembangan_bahan_ajar), (Online). Diakses 12 Mei 2016.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 1995 tentang *Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri*.
- Mohammad, N. 2010. Pengembangan Bahan Ajar. <http://docstoc.com>, (Online) Diakses 12 Mei 2016.
- Mulyasa, E. 2003. *Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 03 Tahun 2010.
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tanggal 14 Desember 2001 tentang *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*.
- Rustaman, N.Y. 2011. *Pendidikan dan Penelitian Sains dalam Mengembangkan Keterampilan*

- Berpikir Tingkat Tinggi untuk Pembangunan Karakter.* Pendidikan Biologi FKIP UNS Surakarta, 16 Juli 2011.
- Susanto, P. 2002. *Keterampilan Dasar Mengajar IPA Berbasis Konstruktivisme.* Malang: Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang.
- Tong Y.; Miao, Y. and Ulrich, A. 2012. *Biodegradation of Organic Compounds in OSPW with Microbial Communities Indigenous to MFT.* Department of Civil and Environmental Engineering: University of Alberta.
- Vembriarto, St. 1985. *Pengantar Pengajaran Modul.* Yogyakarta: Yayasan Pendidikan Paramita.
- Zainul, A. 2008. *Asessmen Sumatif dan Asesmen Formatif.* Bahan Kuliah Evaluasi Pendidikan IPA di Prodi Pendidikan IPA Pascasarjana UPI.